

Ratio of Elements Carbon (C), Nitrogen (N), and Phosphorus (P) At Sediment in Seagrass Ecosystem Nirwana Beach Padang West Sumatera

May Sarah Silitonga^{1*}, Syahril Nedi¹, Zulkifli¹

¹Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Universitas Riau
Corresponding Author: may.silitonga3870@student.unri.ac.id

Diterima/Received: 20 Agustus 2021; Disetujui/Accepted: 31 Agustus 2021

ABSTRACT

This research was conducted in November 2020 at Nirwana Beach, Teluk Bayur, Padang City, West Sumatra Province. The organic carbon concentration in the sediments at Nirwana Beach ranges from 1.0320 – 3.03550%, the nitrate content ranges from 0.8599– 0.9577 mg/L, the phosphate 1.8231– 2.7616 mg/L. The C:N:P ratio of sediment is 18.75:1:2.25. The type of sediment found in this study is gravel-sand and seagrass found in the research location was *Thalassia hemprichii* with a density of 105 - 312 stands/m². The correlation between the concentration of organic carbon, nitrate, and phosphate on the density of seagrass species is positive.

Keywords: Ratio C:N:P, Sediment, Seagrass, Nirwana Beach.

1. PENDAHULUAN

Potensi wisata bahari di Sumatera Barat cukup besar. Pantai Nirwana merupakan salah satu objek wisata bahari di Kota Padang yang sangat menawan yang dikenal juga dengan nama Karang Tirta. Potensi wisata bahari yang dimiliki semakin menarik karena keberadaan lamun sebagai penunjang ekowisata.

Menurut Kordi (2011) padang lamun merupakan tempat pemijahan (*spawning ground*), pengasuhan (*nursery ground*), tempat mencari makan (*feeding ground*) dan daerah pembesaran (*rearing ground*) bagi berbagai biota. Jenis lamun yang terdapat di pantai Nirwana yaitu jenis *Thalassia* yang umumnya memang banyak tumbuh pada perairan Samudera Hindia dengan nilai tutupan berkisar >50 -75% dan substrat perairan pasir berkarang serta kedalaman perairan berkisar 1 - 3 m. Menurut Agustina *et al.* (2016), kawasan Pantai Nirwana didominasi oleh *Thalassia hemprichii*, rumput laut dan karang.

Peran padang lamun akan optimal jika ekosistem perairannya baik, namun sebaliknya perannya akan menurun jika terjadinya kerusakan ekosistem di perairan tersebut. Aktivitas domestik di daratan berpotensi mengancam ekosistem lamun karena input bahan organik yang berperan ganda baik sebagai nutrient maupun sebagai polutan. Nutrien yang dibutuhkan untuk kehidupan lamun adalah Karbon (C), Nitrogen (N), dan Fosfor (P). Nitrogen dalam bentuk Nitrat (NO₃)

dan pospor dalam bentuk senyawa fosfat di sedimen berada dalam bentuk senyawa terlarut dan partikulat. Sumber utama nitrat dan fosfat secara alami berasal dari aktifitas domestik dan perairan itu sendiri melalui proses penguraian, pelapukan, dekomposisi organisme dan buangan limbah daratan (domestik, industri, pertanian, peternakan dan sisa pakan) yang diuraikan oleh bakteri menjadi zat hara (Widiyanti *et al.*, 2018).

Penelitian korelasi kandungan nitrat dan fosfat dalam air dan sedimen dengan kerapatan lamun di perairan Teluk Awur Jepara telah dilakukan oleh Widiyanti *et al.* (2018). Hasil studinya menunjukkan, bahwa pengaruh kerapatan lamun terhadap kandungan nitrat dan fosfat dalam air dan sedimen tergolong sangat rendah hingga sedang. Hal ini diduga akibat pengaruh sumber nitrat dan fosfat yang tidak hanya berasal dari ekosistem lamun itu sendiri, namun juga berasal dari sumber lainnya. Kondisi ini merupakan hal menarik untuk dilakukan studi terkait seberapa besar rasio C, N dan P di Sedimen mempengaruhi tingkat kerapatan Lamun di Pantai Nirwana.

2. METODE PENELITIAN

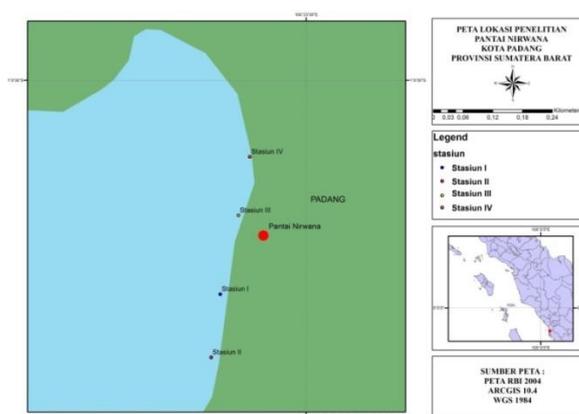
Waktu dan Tempat

Penelitian ini merupakan penelitian yang dilakukan pada bulan November 2020 di Pantai Nirwana Teluk Bayur Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. Lokasi pengukuran kualitas perairan dan pengambilan sampel dilakukan

pada 4 stasiun (Gambar 1). Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kimia Laut dan Laboratorium Terpadu Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *survey* yaitu secara langsung melakukan observasi di lapangan yang bertujuan mendapatkan data primer.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Prosedur Penelitian

Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi penelitian dilakukan secara *purposive sampling*. Lokasi penelitian ditetapkan 4 (empat) stasiun meliputi: kawasan wisata, kawasan kontrol, kawasan pelabuhan dan kawasan domestik.

Pengukuran Kualitas Perairan

Parameter oseanografi yang diukur meliputi suhu, salinitas, kedalaman, pH, dan kecepatan arus.

Pengambilan Sampel

Sampel sedimen diambil pada saat surut pada kedalaman ± 30 cm sebanyak 1 kg. Kerapatan lamun diukur dengan metode transek kuadrat berukuran $1 \times 1 \text{ m}^2$, selanjutnya dilakukan pengambilan beberapa sampel tunas lamun kemudian diawetkan di dalam *icebox* untuk selanjutnya dilakukan perhitungan biomassa yang akan dilakukan di laboratorium.

Analisis Karbon Organik Total (KOT)

Analisis Karbon Organik Total (KOT) menggunakan metode *loss of weight on ignition* (LOI %) menurut Rustam *et al.* (2019). Metode ini pada prinsipnya adalah menghilangkan bahan organik melalui proses pembakaran di dalam tanur/tungku (*furnace*) dengan rumus:

$$\% \text{LOI bahan organik} = ((D - E) / (D - C)) \times 100$$

Dalam metode LOI bukan hanya karbon organik yang terukur tapi juga bahan organik

lainnya diluar karbon seperti nitrogen, sulfur, dan lainnya, maka dilakukan koreksi (Fourqrean *et al.*, 2014) sebagai berikut :

$$\% C_{\text{org}} = 0,40 \times \% \text{LOI} - 0,21$$

Analisis Nitrat dan Fosfat

Analisis N-Nitrat dilakukan dengan melakukan preparasi sedimen terlebih dahulu. Lalu dilakukan penyulingan menggunakan metode SNI 06-240-1991 menggunakan tabung Kjeldahl 100 mL kemudian diukur absorbansinya menggunakan instrument spektrofotometer.

Analisis P-Fosfat dilakukan mengacu pada menggunakan tabung Kjeldahl kemudian diukur absorbansinya menggunakan instrument spektrofotometer. Analisis struktur sedimen menggunakan metode Buchanan (1971).

Analisis Data

Data kandungan C, N dan P dan tingkat kerapatan lamun disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, selanjutnya diuraikan secara deskriptif. Hubungan rasio C, N dan P pada sedimen dengan kerapatan lamun dianalisis secara statistik dengan persamaan korelasi dan regresi linier berganda menggunakan *software* IBM SPSS 23, selanjutnya diuraikan secara deskriptif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Pantai Nirwana terletak di Pantai Barat Sumatera berjarak sekitar 14 km dari Kota

Padang. Pantai yang berada pada koordinat 1°00'59"- 1°01'85" LS dan 100°22'95"- 100°23'34" BT memiliki garis pantai sepanjang ±6 km. Pantai Nirwana diperkirakan

mempunyai luas area ± 65,86 ha (Maharani *et al.*, 2018). Hasil pengukuran parameter kualitas perairan pada masing-masing stasiun dapat diuraikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter Kualitas Perairan

Stasiun	Titik Koordinat	Parameter					
		K. Arus (m/det)	Salinitas (‰)	Suhu (°C)	Kedalaman (cm)	Kecerahan (‰)	pH
I	S 01°01'01.72" E 100°23'18.96"	0,63	30	29	125	100	6,7
II	S 01°01'05.52" E 100°23'20.96"	0,5	30	29,7	35	100	7
III	S 01°00'46.85" E 100°23'25.12"	0,67	34	30	25	100	6,7
IV	S 01°00'50.44" E 100°23'24.52"	0,83	32	30	20	100	6,3

Tabel 1, kecepatan arus di wilayah studi berkisar 0,50-0,83 m/det yang menunjukkan bahwa perairan tersebut relative kuat arusnya

sesuai dengan jenis fraksi sedimen substrat dasar yang didominasi oleh pasir dan kerikil (Tabel 2).

Tabel 2. Jenis Sedimen pada Setiap Stasiun di Pantai Nirwana

Stasiun	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lumpur (%)	Jenis Sedimen
I	36,83	51,27	11,90	Pasir Kerikil
II	11,23	74,01	14,76	Pasir Berlumpur
III	47,56	37,74	14,70	Kerikil Berpasir
IV	41,48	44,40	14,12	Pasir Kerikil

Kandungan C, N dan P di Sedimen

Kandungan karbon organik pada sedimen di Pantai Nirwana berkisar 0,8432 – 4,5616%. Menurut Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat (Barus *et al.*, 2019) kriteria bahan organik (karbon organik) sedimen adalah sangat tinggi apabila kandungan bahan organik >35 %, tinggi apabila 17 – 35 %, sedang apabila 7 – 17%, rendah apabila 3,5–7 % dan sangat rendah < 3,5 %. Berdasarkan kriteria tersebut, maka kandungan bahan organik di perairan pantai Nirwana termasuk kriteria sangat rendah hingga rendah.

Karbon organik terendah terdapat pada stasiun IV yang merupakan kawasan domestik yang tidak ditumbuhi lamun. Karbon organik tertinggi terdapat pada stasiun II yang merupakan kawasan ekosistem lamun dengan kerapatan yang tinggi. Menurut Dewanti *et al.* (2016), sumber bahan organik dapat berasal dari jaringan organik tanaman dari daun, ranting dan cabang, batang, buah dan akar. Hasil pelapukan dari daun-daun yang berjatuhan dari tumbuhan serta organisme yang berasosiasi dengan tumbuhan yang kemudian

mati dan terdegradasi dalam endapan sedimen.

Konsentrasi karbon organik di Pantai Nirwana berkisar 1,03-3,03% (Tabel 3), nitrat berkisar 0,8599–0,9577 mg/L dan fosfat 1,8231-2,7616 mg/L. Juliasih *et al.* (2017) menyatakan bahwa pengaruh konsentrasi nitrat (mg/L) pertumbuhan organisme 0,3 – 0,9 mg/L rendah, 0,9 – 3,5 mg/L optimum dan >3,5 mg/L membahayakan perairan.

Konsentrasi nitrat terendah terdapat pada stasiun IV (tidak ditumbuhi lamun), sedangkan konsentrasi nitrat tertinggi terdapat pada stasiun II (kerapatan lamun tinggi). Hal ini disebabkan oleh karakteristik dan bentuk sedimen dasar perairan sebagai penyerap dan pengikat unsur nitrat. Pada stasiun II memiliki kandungan nitrat lebih tinggi dengan karakteristik substrat pasir berlumpur yang lebih halus dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Kandungan fosfat yang terdapat di Pantai Nirwana berkisar 0,9298 – 3,3254 mg/L. Kandungan fosfat tertinggi terdapat pada stasiun II yang memiliki tingkat kerapatan lamun yang tinggi, sedangkan kandungan fosfat terendah terdapat pada stasiun III yang

merupakan kawasan pelabuhan yang tidak ditumbuhi oleh lamun. Fahrudin *et al.* (2017) mengelompokkan nilai kandungan fosfat sehingga diketahui klasifikasinya. Kandungan fosfat <3 mg/L tergolong sangat rendah, 3 – 7 mg/L tergolong rendah, 7 – 20 mg/L tergolong sedang dan nilai fosfat >20 mg/L tergolong

dalam kriteria tinggi.

Kandungan C (karbon organik), N (dalam bentuk Nitrat) dan P (dalam bentuk Fosfat) berfungsi sebagai pembatas kesuburan perairan. Kandungan C, N dan P di sekitar Pantai Nirwana yang telah dilakukan, dapat di lihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Konsentrasi Karbon Organik, Nitrat dan Fosfat pada Sedimen

Stasiun	Transek	Karbon Organik (%)	Nitrat (mg/L)	Fosfat (mg/L)
I	1	1,04976	0,92688	2,48164
	2	2,70940	0,82104	2,65199
	3	1,61361	0,84438	1,36704
	Rata-rata	1,79092	0,86410	2,16689
II	1	3,02638	0,83146	3,32544
	2	1,51853	1,02250	2,75774
	3	4,56160	1,01917	2,20177
	Rata-rata	3,03551	0,95771	2,76165
III	1	1,85524	0,83479	2,86394
	2	1,32319	0,87688	1,67566
	3	1,07516	0,91417	0,92987
	Rata-rata	1,41787	0,87528	1,82316
IV	1	1,18882	0,84583	2,91792
	2	0,84319	0,79208	1,90332
	3	1,06402	0,94188	1,57810
	Rata-rata	1,03201	0,85993	2,13311

Dari data yang didapatkan, kandungan karbon organik yang tertinggi terdapat pada stasiun II sedangkan kandungan fosfat yang tertinggi terdapat pada stasiun II. Menurut Hutasoit (2014), kandungan bahan organik yang tinggi dalam sedimen berbanding lurus dengan tingginya kandungan fosfat pada daerah tersebut. Hal ini diduga disebabkan oleh faktor lain yang tidak diteliti dalam penelitian ini seperti kandungan bahan pencemar yang terdapat dalam substrat yang juga dapat mempengaruhi kandungan fosfat dalam perairan.

Kerapatan

Jenis lamun yang ditemukan pada lokasi penelitian adalah *Thalassia hemprichii* sebanyak sebanyak 100%, namun dengan penyebaran yang tidak merata, yakni pada stasiun III dan stasiun IV tidak ditemukan adanya lamun.

Kerapatan lamun di Pantai Nirwana berkisar 105–312 tegakan/m². Kerapatan lamun terendah terdapat pada stasiun I transek 2, dengan nilai nilai 105 tegakan/m² dan kerapatan lamun yang tertinggi terdapat pada stasiun II transek 1 dengan nilai 312

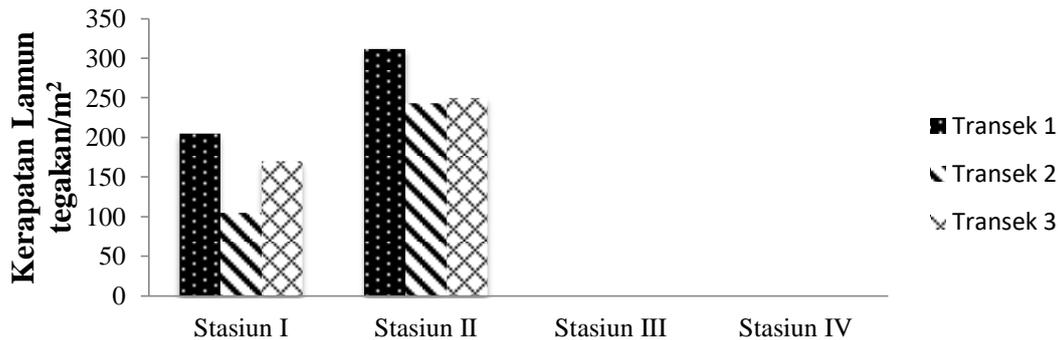
tegakan/m². Kerapatan rata-rata lamun pada stasiun I adalah 160 tegakan/m² dan kerapatan rata-rata lamun pada stasiun II adalah 268,33 tegakan/m².

Penelitian yang dilakukan oleh Agustina *et al.* (2016) menunjukkan bahwa kerapatan rata-rata lamun *T. hemprichii* tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu sebesar tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu sebesar 193,98 tegakan/m² dengan karakteristik stasiun yaitu merupakan daerah kontrol (minim aktivitas manusia) dan kerapatan terendah terdapat pada stasiun III yaitu sebesar 99,99 tegakan/m² dengan karakteristik stasiun yaitu merupakan daerah pemukiman penduduk. Kerapatan rata-rata lamun *T. hemprichii* pada stasiun I sebesar pada stasiun I sebesar 147,32 tegakan/m² dengan karakteristik stasiun yaitu merupakan daerah wisata.

Penelitian mengenai kerapatan lamun di Pantai Nirwana juga dilakukan oleh Maharani *et al.* (2018) di Pantai Nirwana yang menunjukkan kerapatan lamun berkisar antara 46–302 tegakan/m². Kerapatan spesies *T. hemprichii* tertinggi pada Stasiun III (kontrol atau minim aktivitas manusia). Perbedaan komposisi lamun di masing-masing stasiun

penelitian berkaitan dengan kemampuan adaptasi yang berbeda pada setiap stasiun.

Hasil pengamatan mengenai kerapatan lamun dapat di lihat pada Gambar 3



Gambar 3. Kerapatan Lamun pada Setiap Stasiun

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai rasio C, N, dan P pada

sedimen di sekitar Pantai Nirwana, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rasio C:N:P di Sedimen pada Setiap Stasiun di Pantai Nirwana

Stasiun	Karbon (%)	Nitrogen (N-NO ₄) (%)	Fosfor (P-PO ₄) (%)	Perbandingan C:N:P
I	1,79092	0,00009	0,00022	19.899 : 1 : 2
II	3,03551	0,00010	0,00028	30.355 : 1 : 3
III	1,41787	0,00009	0,00018	15.754 : 1 : 2
IV	1,03201	0,00009	0,00021	11.467 : 1 : 2

Rasio C:N:P sedimen tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu C:N:P = 30.355:1:3 dengan jenis substrat pasir berlumpur, sedangkan rasio C:N:P sedimen terendah terdapat pada stasiun IV yaitu C:N:P = 11.467:1:2 dengan jenis substrat pasir kerikil. Hal ini tidak sesuai dengan pernyataan Hasibuan (2015) yang menyatakan rasio C:N:P sedimen lebih tinggi pada sedimen berpasir dibandingkan dengan sedimen karbonat (batuan). Pada stasiun IV dengan jenis substrat pasir kerikil memiliki rasio yang lebih rendah bila dibandingkan dengan stasiun III yang memiliki jenis substrat kerikil berpasir yaitu C:N:P = 15.754:1:2.

Martiny *et al.* (2014) merangkum sekumpulan data besar mengenai pengukuran nutrisi di semua wilayah laut utama dari tahun 1970 hingga 2010 dan melaporkan median global C:N:P menjadi 163:22:1. Pernyataan ini juga tidak sesuai dengan data yang didapatkan. Dari data yang telah diperoleh nilai P lebih tinggi dibandingkan nilai N dan C, sedangkan data yang diperoleh pada penelitian ini nilai N lebih rendah dibandingkan nilai P dan C. Namun pernyataan ini didukung oleh Hanif dan Risamasu (2011) yang menyatakan kandungan fosfat pada sedimen relatif lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan nitrat

Hubungan C,N dan P dengan Kerapatan

Hubungan antara karbon organik dan kerapatan lamun bersifat positif dengan koefisien korelasi 0,606. Artinya karbon organik dan kerapatan lamun mempunyai hubungan yang kuat. Jika karbon organik mengalami peningkatan/ kenaikan maka kerapatan lamun juga naik. Hubungan nitrat dan kerapatan lamun bersifat positif dengan koefisien korelasi 0,320. Artinya nitrat dan kerapatan lamun mempunyai hubungan yang lemah. Namun jika nitrat mengalami peningkatan/kenaikan maka kerapatan lamun juga akan naik. Hubungan antara fosfat dan kerapatan lamun bersifat positif dengan besar koefisien korelasi 0,432. Nilai ini mengandung arti fosfat dan kerapatan lamun mempunyai hubungan yang sedang. Jika fosfat mengalami kenaikan maka kerapatan lamun akan mengalami kenaikan.

Berdasarkan hasil uji regresi, diperoleh koefisien determinasi regresi (R^2) sebesar 49,5%, artinya variabel bebas (karbon organik, nitrat dan fosfat) memberikan kontribusi terhadap variabel terikat (kerapatan lamun) sebesar 49,5%, sedangkan sisanya dijelaskan oleh kandungan nutrisi lainnya di perairan.

Hasil analisis yang dilakukan oleh

Widiyanti *et al.* (2018) di perairan Teluk Awur Jepara, kandungan nitrat dalam sedimennya, mengindikasikan bahwa kerapatan lamun kurang berpengaruh terhadap kandungan nitrat dalam sedimen dengan korelasi rendah dengan koefisien korelasi (r): 0,242. Ketiga stasiun penelitian memiliki kandungan fosfat yang relatif sama, sehingga mengindikasikan kerapatan lamun kurang berperan terhadap kandungan fosfat dalam sedimen dengan korelasi sangat rendah dengan koefisien korelasi (r)= 0,101. Pengaruh kerapatan lamun terhadap kandungan nitrat dan fosfat dalam air dan sedimen yang tergolong sangat rendah hingga sedang. Hal ini diduga terjadi akibat pengaruh sumber nitrat dan fosfat di padang lamun yang tidak hanya berasal dari ekosistem lamun itu sendiri, namun juga berasal dari sumber lainnya

Faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi kerapatan lamun adalah parameter kualitas perairan, seperti suhu, salinitas, kecepatan arus, kekeruhan, oksigen terlarut, derajat keasaman (pH) dan kandungan nutrisi substrat dasar. Pernyataan ini didukung oleh Christon (2012) yang menyatakan faktor lingkungan yang juga mempengaruhi pertumbuhan lamun adalah kecepatan arus. Semakin laju perputaran arus maka akan

semakin banyak unsur hara yang teraduk sehingga terbawa oleh arus dan menyebabkan penyebaran unsur hara dapat tersebar cukup merata pada perairan pantai.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi karbon organik dan fosfat di Pantai Nirwana termasuk dalam kriteria sangat rendah hingga rendah sedangkan kandungan nitrat termasuk kriteria rendah hingga optimum. Rasio C:N:P sedimen yang tinggi terdapat pada substrat pasir berlumpur sedangkan rasio C:N:P sedimen yang rendah terdapat pada substrat pasir kerikil. Kerapatan lamun di Pantai Nirwana menyebar secara tidak merata. Tingkat kerapatan lamun yang lebih tinggi terdapat pada kawasan control yang rendah aktifitas, sedangkan kerapatan yang rendah terdapat pada kawasan wisata. Hubungan C, N dan P dengan kerapatan lamun adalah positif dengan urutan hubungan kuat dengan C, sedangkan dengan P dan lemah dengan N.

Perlu penelitian lanjutan untuk mengetahui parameter lain yang berpengaruh terhadap kerapatan dan biomassa lamun di Pantai Nirwana Teluk Bayur Padang Sumatera Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, A., Zulkifli dan J. Samiaji. (2016). Kerapatan dan Biomassa pada Lamun (*Thalassia hemprichii*) di Perairan Pantai Nirwana Sumatera Barat. *Jurnal Online Mahasiswa Universitas Riau*, 2(1):1-9.
- Barus, B. S., R. Aryawati, W. A. E. Putri, E. Nurjuliasti, G. Diansyah dan E. Sitorus. (2019). Hubungan N-Total dan C-Organik Sedimen dengan Makrozoobentos di Perairan Pulau Payung, Banyuasin, Sumatera Selatan. *Jurnal Kelautan Tropis*, 22(2):147-156.
- Buchanan, J.B. (1971). *Sediment Analisis. In Holme and McLntyre. Method for Study of Marine Benthos*. Blackhel Scientific Publication. London.
- Christon. (2012). Pengaruh Tinggi Pasang Surut terhadap Pertumbuhan dan Biomassa Daun Lamun *Enhalus acoroides* di Pulau Pari Kepulauan Seribu Jakarta. *Jurnal Universitas Padjajaran*, 3(3):287-294
- Dewanti, N. P., Muslim dan W. R. Prihatiningsih. (2016). Analisis Kandungan Karbon Organik Total (KOT) dalam Sedimen di Perairan Sluke Kabupaten Rembang. *Jurnal Oseanografi*, 5(2):202-210.
- Fahrudin, M., Y. Fredinan dan S. Isdradjad. (2017). Kerapatan dan Penutupan Ekosistem Lamun di Pesisir Desa Bahoi, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1):375-383.
- Fourqurean, J.W., B. Johnson, J.B. Kauffman, H. Kennedy, I. Emmer, J. Howard, E. Pidgeon dan O. Serrano. (2014). Conceptualizing the project and Developing a Field Measurement Plan.
- Hanif, B.P. dan F.J.L. Risamasu. (2011). Kajian Zat Hara Fosfat, Nitrit, Nitrat, dan Silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 16(3):135-142.
- Hutasoit, S. R. (2014). Studi Kandungan Karbon Organik Total (KOT) dan Fosfat di Perairan Sayung,

- Kabupaten Demak. *Journal of Oseanography*, 3(1):1-7.
- Juliasih, N.L.G.D., H. Diky, P.E. Muhammad dan Rinawatil. (2017). Penentuan Kadar Nitrit dan Nitrat pada Perairan Teluk Lampung sebagai Indikator Kualitas Lingkungan Perairan. *Analytical and Environmental Chemistry*, 2(2):47-56.
- Kordi, M.G.H. (2011). *Ekosistem Lamun (Seagrass): Fungsi, Potensi dan Pengelolaan*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Maharani, S., Zulkifli dan B. Amin. (2018). Potensi Penyimpanan Karbon pada Lamun (*Thalassia hemprichii*) di Perairan Pantai Nirwana Kota Padang Sumatera Barat. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*.
- Martiny, C. Adam, Vrugt, A. Jasper, Lomas and W. Michael. (2014). Konsentrasi dan Rasio Partikel Karbon Organik, Nitrogen, dan Fosfor di Lautan Global . *Data Ilmiah*, 1(1):140048.
- Rustam, A., N.S. Adi, A. Daulat, W. Kiswara, D.S. Yusup dan R.A. Rappe. (2019). *Pedoman Pengukuran Karbon di Ekosistem Padang Lamun*. Bandung: ITB Press.
- Widiyanti, V. R., S. Sedjati, dan R.A.T. Nuraini. (2018). Korelasi Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Air dan Sedimen dengan Kerapatan Lamun yang Berbeda di Perairan Teluk Awur Jepara. *Journal of Marine Research*, 7(3):193-200